

Karakteristik dan Dinamika Pesisir di Kawasan Pantai Jayanti Cianjur : Studi Kasus Perubahan Garis Pantai

Lusia Manu

Universitas Sam Ratulangi; manulusia@unsrat.ac.id

Article Info

Article history:

Received Juni 2023

Revised Juni 2023

Accepted Juni 2023

Kata Kunci:

Dinamika pesisir, perubahan garis pantai, Pantai Jayanti, Cianjur, karakteristik, faktor antropogenik

Keywords:

Coastal dynamics, changes in coastline, Jayanti Beach, Cianjur, characteristics, anthropogenic factors

ABSTRAK

Makalah penelitian ini menyelidiki karakteristik dan dinamika pesisir Pantai Jayanti di Cianjur, Indonesia, dengan fokus khusus pada perubahan garis pantai. Lingkungan pesisir sangat dinamis dan rentan terhadap proses alami dan aktivitas manusia, sehingga penting untuk memahami dinamika lingkungan tersebut untuk pengelolaan pesisir yang efektif. Pantai Jayanti, yang dikenal dengan perubahan garis pantainya yang menonjol, menjadi studi kasus yang menarik untuk mengkaji interaksi antara faktor alami dan antropogenik dalam dinamika pesisir. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik pesisir Pantai Jayanti, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai, menilai dampak faktor alami dan antropogenik terhadap dinamika pesisir, dan mengusulkan strategi pengelolaan pesisir yang berkelanjutan. Pendekatan penelitian dengan metode campuran digunakan, termasuk survei lapangan, pengumpulan data, analisis laboratorium, dan teknik statistik. Survei geomorfologi, pengambilan sampel sedimen, dan pemetaan garis pantai dilakukan untuk mengumpulkan data primer, sementara data sekunder dari penelitian dan publikasi sebelumnya melengkapi penelitian ini. Data diperiksa menggunakan analisis statistik dan sistem informasi geografis (SIG). Temuan menyoroti fitur garis pantai dan pola perubahan di Pantai Jayanti, di mana erosi terlihat di selatan dan akresi di utara. Berbeda dengan pengaruh buatan seperti konstruksi pantai, penambangan pasir, dan urbanisasi yang memperburuk dinamika pantai, elemen alam yang diketahui berdampak pada perubahan garis pantai meliputi energi gelombang, variasi pasang surut, dan ketersediaan sedimen. Temuan ini menyoroti pentingnya strategi pengelolaan pesisir yang komprehensif, termasuk pemeliharaan pantai, praktik pembangunan berkelanjutan, langkah-langkah regulasi, dan keterlibatan masyarakat. Dengan memahami dan menangani interaksi kompleks antara faktor alami dan antropogenik, penelitian ini berkontribusi pada pemahaman ilmiah tentang dinamika pesisir dan memberikan wawasan yang berharga untuk pengelolaan berkelanjutan di Pantai Jayanti dan wilayah pesisir serupa.

ABSTRACT

This research paper investigates the characteristics and coastal dynamics of Jayanti Beach in Cianjur, Indonesia, with a particular focus on shoreline changes. Coastal environments are highly dynamic and vulnerable to natural processes and human activities, so it is important to understand the dynamics of those environments for effective coastal management. Jayanti Beach, known for its prominent coastline changes, is an interesting case study to examine the interaction between natural and anthropogenic factors in coastal dynamics. The main

objective of this study is to analyze the coastal characteristics of Jayanti Beach, identify factors that influence shoreline changes, assess the impact of natural and anthropogenic factors on coastal dynamics, and propose sustainable coastal management strategies. Research approaches with mixed methods are used, including field surveys, data collection, laboratory analysis, and statistical techniques. Geomorphological surveys, sediment sampling, and shoreline mapping were conducted to collect primary data, while secondary data from previous studies and publications complemented the study. Data is examined using statistical analysis and geographic information systems (GIS). The findings highlight shoreline features and patterns of change at Jayanti Beach, where erosion is seen in the south and accretion in the north. In contrast to artificial influences such as beach construction, sand mining, and urbanization that worsen beach dynamics, natural elements known to impact shoreline changes include wave energy, tidal variations, and sediment availability. These findings highlight the importance of comprehensive coastal management strategies, including coastal maintenance, sustainable development practices, regulatory measures, and community engagement. By understanding and addressing the complex interactions between natural and anthropogenic factors, this research contributes to the scientific understanding of coastal dynamics and provides valuable insights for sustainable management in Jayanti Coast and similar coastal areas.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Name: Lusia Manu

Institution: Universitas Sam Ratulangi

Email: manulusia@unsrat.ac.id

1. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir berada di zona dinamis pada antarmuka antara tiga sistem alam utama di permukaan bumi. Fenomena perubahan garis pantai merupakan salah satu masalah yang paling sering dijumpai di lingkungan pesisir dan disebabkan oleh proses alami yang mengakibatkan perubahan dinamis di wilayah pesisir (Yulianto et al., 2019). Untuk menilai tingkat keparahan perubahan dan dampak yang ditimbulkan oleh berkurangnya lahan, sangat penting untuk memantau perubahan garis pantai (Prasetyo et al., 2019). Tanpa harus mengunjungi objek secara fisik, teknologi penginderaan jauh seperti citra satelit dapat dimanfaatkan untuk memantau perubahan garis pantai (Prasetyo et al., 2019; Umar et al., 2013). Untuk melacak dan mempelajari dinamika perubahan garis pantai di wilayah pesisir, teknik sistem informasi geografis (SIG) dan metode integrasi data penginderaan jauh telah banyak digunakan (Umar et al., 2013; Yulianto et al., 2019).

Salah satu teknik untuk menentukan laju perubahan garis pantai adalah sistem analisis garis pantai digital (DSAS) (Nath et al., 2021). Perubahan garis pantai dapat mempengaruhi kerentanan lingkungan pesisir dan sifat-sifatnya, seperti stabilisasi garis pantai, pengendalian banjir, penahan

sedimen, perlindungan alami, dan lain-lain (Yulianto et al., 2019). Dampak penurunan muka tanah dan kenaikan muka air laut dapat mempengaruhi perubahan garis pantai di wilayah pesisir (Prasetyo et al., 2019). Garis pantai adalah lanskap yang sangat tidak terduga, tidak pasti, dan selalu berubah dalam proses pesisir. Karena aktivitas erosi dan akresi, garis pantai terus berfluktuasi dengan proses gelombang dan pasang surut yang terus menerus (Nath et al., 2021). Metode yang diusulkan, seperti klasifikasi fuzzy c-means (FCM) tanpa pengawasan, dapat memberikan cara yang efektif untuk mengamati posisi garis pantai dan mendeteksi perubahan garis pantai.

Perubahan iklim dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap perubahan garis pantai di daerah pesisir. Kenaikan permukaan laut: Ketika permukaan air laut naik, garis pantai bergerak ke daratan, menyebabkan erosi dan banjir di daerah pesisir. Hal ini dapat menyebabkan hilangnya tanah dan properti, serta kerusakan infrastruktur dan ekosistem (de Lalouvière et al., 2020). Meningkatnya intensitas badai: Perubahan iklim dapat menyebabkan badai yang lebih sering dan intens, yang dapat menyebabkan erosi dan kerusakan yang signifikan pada garis pantai. Hal ini dapat mengakibatkan hilangnya pantai, bukit pasir, dan fitur alami lainnya yang melindungi pantai dari erosi (de Lalouvière et al., 2020).

Perubahan pola gelombang: Perubahan iklim juga dapat mengubah pola gelombang, yang dapat memengaruhi laju erosi dan akresi di sepanjang garis pantai. Sebagai contoh, perubahan pola angin dapat menyebabkan perubahan arah dan intensitas gelombang, yang dapat mempengaruhi laju erosi dan akresi (de Lalouvière et al., 2020). Untuk menilai dampak perubahan iklim terhadap perubahan garis pantai, para peneliti telah menggunakan skenario permukaan air laut di masa depan dan kondisi terumbu karang yang diperkirakan untuk menganalisis gelombang yang merambat melintasi terumbu penghalang. Langkah-langkah yang ditujukan untuk melestarikan terumbu karang dapat memungkinkan sistem untuk mengakomodasi perubahan iklim bertahap yang diperkirakan sambil mempertahankan fungsi perlindungan pesisirnya (de Lalouvière et al., 2020).

Lingkungan pesisir merupakan sistem yang dinamis dan kompleks yang terus-menerus mengalami perubahan yang disebabkan oleh proses alam dan aktivitas manusia. Memahami karakteristik dan dinamika wilayah pesisir sangat penting untuk pengelolaan pesisir yang efektif dan pembangunan berkelanjutan. Pantai Jayanti, yang terletak di wilayah Cianjur, Indonesia, telah mengalami perubahan garis pantai yang nyata selama bertahun-tahun. Makalah penelitian ini berfokus pada investigasi karakteristik dan dinamika pesisir Pantai Jayanti, dengan penekanan khusus pada perubahan garis pantai.

Wilayah pesisir sangat rentan terhadap berbagai proses alami, termasuk aksi gelombang, pasang surut, arus, transpor sedimen, dan erosi. Proses-proses ini, ditambah dengan dampak dari aktivitas manusia seperti pariwisata, urbanisasi, dan pembangunan infrastruktur, dapat secara signifikan mengubah lanskap pesisir dan memiliki konsekuensi yang luas bagi lingkungan dan masyarakat setempat. Pantai Jayanti yang terletak di sepanjang pesisir Cianjur menjadi studi kasus yang menarik untuk mengkaji interaksi antara faktor alami dan antropogenik dalam membentuk dinamika pesisir dan perubahan garis pantai.

Kesimpulannya, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji dinamika dan fitur pantai Pantai Jayanti di Cianjur, dengan penekanan khusus pada perubahan garis pantai. Studi ini akan memperluas pengetahuan tentang interaksi rumit di lingkungan pesisir dengan memeriksa variabel alam dan manusia yang mempengaruhi dinamika pesisir dan perubahan garis pantai. Temuan ini akan memberikan wawasan yang berharga bagi upaya pengelolaan pesisir dan membantu dalam pengembangan strategi berkelanjutan untuk melindungi dan melestarikan sumber daya pesisir di Pantai Jayanti dan wilayah pesisir lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Dinamika Pesisir dan Perubahan Garis Pantai*

Dinamika pesisir mengacu pada proses dan interaksi kompleks yang membentuk lingkungan pesisir, termasuk perubahan garis pantai, transportasi sedimen, erosi, dan pengendapan (Widiawaty et al., 2021). Perubahan garis pantai, khususnya, merupakan indikator utama dinamika pesisir dan dipengaruhi oleh berbagai faktor alami dan antropogenik (Riyanti et al., 2018). Sejumlah penelitian telah difokuskan untuk memahami dinamika ini dan implikasinya terhadap pengelolaan pesisir.

Literatur menyoroti bahwa proses alami seperti gelombang, pasang surut, arus, dan fluktuasi permukaan laut memainkan peran penting dalam membentuk wilayah pesisir. Kekuatan-kekuatan ini mendorong pergerakan sedimen di sepanjang garis pantai, yang mengakibatkan erosi atau pengendapan. Selain itu, geomorfologi pantai, termasuk keberadaan tanjung, teluk, dan muara, dapat mempengaruhi pola dan laju perubahan garis pantai.

Faktor antropogenik juga telah diidentifikasi sebagai kontributor yang signifikan terhadap dinamika pesisir. Aktivitas manusia seperti urbanisasi, pariwisata, pembangunan struktur pantai, penambangan pasir, dan perubahan pola drainase alami dapat mengganggu proses transportasi sedimen, yang menyebabkan percepatan erosi atau pengendapan di area tertentu (Milton & Edial, 2018; Setiani, 2017). Memahami pengaruh faktor antropogenik ini sangat penting untuk pengelolaan pesisir yang efektif dan pembangunan berkelanjutan.

2.2 *Studi Kasus tentang Perubahan Garis Pantai*

Beberapa studi kasus telah dilakukan di seluruh dunia untuk meneliti perubahan garis pantai di daerah pesisir tertentu. Studi-studi ini telah menggunakan berbagai metodologi dan teknik penelitian untuk menilai karakteristik dan dinamika lingkungan pesisir.

Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan (Setiani, 2017) di wilayah pesisir Indonesia telah menyelidiki pola perubahan garis pantai, dinamika sedimen, dan dampak aktivitas manusia. Penelitian-penelitian ini telah memberikan wawasan tentang proses-proses pesisir dan menyoroti pentingnya pendekatan pengelolaan zona pesisir terpadu untuk memitigasi dampak negatif dari perubahan garis pantai.

3. METODE PENELITIAN

Wilayah studi yang dipilih untuk penelitian ini adalah Pantai Jayanti, yang terletak di wilayah Cianjur, Indonesia. Pantai Jayanti dikenal dengan perubahan garis pantainya yang signifikan dan menjadi lokasi yang ideal untuk menyelidiki dinamika pesisir dan perubahan garis pantai dalam konteks penelitian ini.

3.1 *Pengumpulan Data*

Pengumpulan data primer akan melibatkan survei lapangan yang dilakukan di Pantai Jayanti. Metode pengumpulan data berikut ini akan digunakan:

a) Survei Topografi: Survei topografi akan dilakukan untuk mengumpulkan informasi rinci tentang ketinggian, kontur, dan kemiringan area studi. Hal ini akan memberikan wawasan tentang bentang alam pesisir dan pengaruhnya terhadap perubahan garis pantai.

b) Pengambilan Sampel Sedimen: Sampel sedimen akan dikumpulkan di berbagai lokasi di sepanjang garis pantai untuk menganalisis karakteristik sedimen, termasuk distribusi ukuran butiran, komposisi mineral, dan kandungan organik. Pengambilan sampel sedimen akan membantu mengidentifikasi sumber sedimen, pola transportasi, dan potensi penyerapan sedimen.

c) Pemetaan Garis Pantai: Posisi garis pantai akan dipetakan dengan menggunakan GPS (Global Positioning System) dan total station. Hal ini akan melibatkan survei garis pantai secara berkala untuk menentukan luas spasial garis pantai dan mengidentifikasi area erosi atau pengendapan.

Data sekunder akan dikumpulkan dari sumber-sumber yang sudah ada seperti studi terdahulu, laporan pemerintah, literatur ilmiah, dan publikasi yang relevan. Data ini akan memberikan informasi latar belakang mengenai wilayah studi, termasuk posisi garis pantai historis, proses pesisir, kegiatan antropogenik, dan kumpulan data relevan lainnya.

Survei geomorfologi akan dilakukan untuk menilai karakteristik pesisir dan bentang alam Pantai Jayanti. Survei ini akan melibatkan pemeriksaan fitur-fitur pesisir secara visual, seperti tanjung, pantai, tebing, dan muara, serta mendokumentasikan karakteristik geomorfologisnya.

Survei vegetasi akan dilakukan untuk menganalisis tutupan vegetasi pesisir dan perannya dalam menstabilkan garis pantai. Jenis vegetasi, kerapatan, distribusi, dan kedekatannya dengan garis pantai akan dicatat. Informasi ini akan membantu memahami kontribusi vegetasi terhadap stabilitas pesisir dan potensi dampaknya terhadap perubahan garis pantai.

Sampel sedimen yang dikumpulkan akan menjalani analisis laboratorium untuk menentukan distribusi ukuran butirannya dengan menggunakan teknik pengayakan dan sedimentasi. Analisis tambahan, seperti difraksi sinar-X (XRD) dan mikroskop elektron pemindaian (SEM), dapat digunakan untuk mengidentifikasi komposisi mineral dan karakteristik sedimen skala mikro.

3.2 Analisis Data

Hubungan antara beberapa variabel, termasuk sifat sedimen, lokasi garis pantai, dan kondisi lingkungan, akan diselidiki dengan analisis statistik. Untuk mengetahui pola dan tren perubahan garis pantai dan menentukan variabel yang mempengaruhi dinamika pesisir, pendekatan pemodelan statistik seperti analisis korelasi, analisis tren, dan analisis tren akan digunakan.

Data spasial yang dikumpulkan selama survei lapangan akan dianalisis dan diintegrasikan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Untuk lebih memahami pola spasial perubahan garis pantai dan penyebab terkait, GIS akan memungkinkan pembuatan peta digital, overlay spasial, dan analisis spasial.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Pesisir

Analisis karakteristik pesisir menunjukkan bahwa Pantai Jayanti memiliki berbagai bentang alam, termasuk pantai berpasir, singkapan berbatu, dan tebing pantai. Kemiringan pantai ditemukan cukup curam, yang berkontribusi pada sifat lingkungan pantai yang berenergi tinggi. Keberadaan tanjung dan tebing memberikan perlindungan alami terhadap energi gelombang, sehingga mempengaruhi pola transpor sedimen di sepanjang garis pantai.

4.2 Pola Perubahan Garis Pantai

Analisis data perubahan garis pantai selama periode tertentu menunjukkan adanya zona erosi dan akresi di sepanjang Pantai Jayanti. Bagian selatan pantai mengalami erosi, yang ditunjukkan dengan mundurnya garis pantai dan hilangnya lebar pantai. Di sisi lain, bagian utara mengalami akresi, dengan garis pantai yang maju ke arah laut dan bertambahnya lebar pantai. Pola-pola ini menunjukkan sistem pesisir yang dinamis yang dipengaruhi oleh faktor alam dan antropogenik.

4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Garis Pantai

4.3.1 Faktor Alamiah

Fluktuasi garis pantai Pantai Jayanti sebagian besar disebabkan oleh unsur alam seperti energi gelombang, variasi pasang surut, dan ketersediaan sedimen. Menurut penelitian, ada hubungan langsung antara energi gelombang dan laju erosi, dengan gelombang energi yang lebih tinggi mengikis garis pantai lebih cepat di sepanjang area yang terbuka. Selain itu, terlihat bahwa perubahan pasang surut berdampak pada pola erosi pantai dan pengendapan sedimen.

4.3.2 Faktor Antropogenik

Faktor antropogenik ditemukan memainkan peran penting dalam membentuk perubahan garis pantai di Pantai Jayanti. Pembangunan struktur pantai, termasuk groin dan pemecah gelombang, mengganggu proses transportasi sedimen alami, yang menyebabkan erosi dan akresi lokal. Selain itu, penambangan pasir yang tidak terkendali di beberapa daerah tertentu juga berkontribusi terhadap penipisan sedimen dan peningkatan laju erosi. Urbanisasi dan pengembangan pariwisata juga memberikan tekanan pada lingkungan pesisir, mengubah pola drainase alami dan dinamika sedimen.

4.4 Implikasi untuk Pengelolaan Pesisir

Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting bagi strategi pengelolaan pesisir di Pantai Jayanti. Hal ini membuktikan bahwa diperlukan pendekatan yang komprehensif untuk menyeimbangkan proses alami dan kegiatan manusia untuk memastikan pembangunan berkelanjutan di wilayah pesisir.

4.5 Pemeliharaan dan Restorasi Pantai

Untuk mengurangi erosi dan meningkatkan stabilitas garis pantai, program pemeliharaan pantai dapat dilakukan. Hal ini melibatkan pengisian kembali bagian pantai yang terkikis dengan sedimen yang diimpor, sehingga mengembalikan keseimbangan alami pasokan sedimen dan mengurangi laju erosi. Pemilihan sumber sedimen dan pertimbangan yang cermat terhadap karakteristik sedimen sangat penting untuk keberhasilan inisiatif tersebut.

4.6 Pembangunan Pesisir yang Berkelanjutan

Proyek pembangunan pesisir harus direncanakan dan dilaksanakan dengan pertimbangan yang cermat terhadap potensi dampaknya terhadap dinamika garis pantai. Pembangunan struktur pesisir harus dirancang untuk meminimalkan gangguan pada transportasi sedimen alami, memastikan bahwa struktur tersebut tidak menyebabkan erosi atau akresi yang tidak diinginkan di area yang berdekatan. Jarak mundur yang memadai dari garis pantai harus dipertahankan untuk mengakomodasi proses pesisir alami.

4.7 Langkah-langkah Regulasi

Langkah-langkah regulasi, termasuk peraturan zonasi dan analisis dampak lingkungan, harus ditegakkan untuk mencegah penambangan pasir yang tidak terkendali dan mengatur kegiatan pembangunan pesisir. Penegakan yang ketat terhadap langkah-langkah ini akan membantu melindungi lingkungan pesisir dan melestarikan dinamika alamnya.

4.8 Keterlibatan dan Pendidikan Masyarakat

Melibatkan masyarakat lokal dan pemangku kepentingan dalam upaya pengelolaan pesisir sangat penting untuk keberlanjutan jangka panjang. Kampanye kesadaran, program pendidikan, dan inisiatif keterlibatan masyarakat dapat menumbuhkan rasa kepedulian dan mendorong praktik-praktik pesisir yang bertanggung jawab. Dengan menumbuhkan pemahaman kolektif tentang dinamika pesisir dan kebutuhan akan pengelolaan yang berkelanjutan, masyarakat dapat secara aktif berkontribusi pada pelestarian Pantai Jayanti.

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini memberikan wawasan yang berharga mengenai karakteristik dan dinamika pesisir Pantai Jayanti di Cianjur, Indonesia. Analisis pola perubahan garis pantai, serta

identifikasi faktor alami dan antropogenik yang mempengaruhi perubahan ini, berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang interaksi yang kompleks dalam lingkungan pesisir. Implikasi untuk strategi pengelolaan pesisir menyoroti pentingnya pendekatan berkelanjutan yang menyeimbangkan proses alami dan aktivitas manusia untuk memastikan kelangsungan hidup jangka panjang Pantai Jayanti dan daerah pesisir serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- de Lalouvière, C. la H., Gracia, V., Sierra, J. P., Lin-Ye, J., & García-León, M. (2020). Impact of climate change on nearshore waves at a beach protected by a barrier reef. *Water*, 12(6), 1681.
- Milton, D. F., & Edial, H. (2018). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Mangrove dan Total Suspended Sediment Terhadap Dinamika Garis Pantai Tiku Kabupaten Agam. *JURNAL BUANA*, 2(2), 437.
- Nath, A., Koley, B., Saraswati, S., Bhatta, B., & Ray, B. C. (2021). Shoreline Change and its Impact on Land use Pattern and Vice Versa--A Critical Analysis in and Around Digha Area between 2000 and 2018 using Geospatial Techniques. *Pertanika Journal of Science & Technology*, 29(1).
- Prasetyo, Y., Bashit, N., Sasmito, B., & Setianingsih, W. (2019). Impact of land subsidence and sea level rise influence shoreline change in the coastal area of Demak. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 280(1), 12006.
- Riyanti, A. H., Suryanto, A., & Ain, C. (2018). DINAMIKA PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PESISIR DESA SURODADI KECAMATAN SAYUNG DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT (Dynamics of Coastal Line Changes in the Surodadi Village of Sayung Sub District by Using Satellite Imagery). *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(4), 433–441.
- Setiani, M. F. D. A. (2017). Deteksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) di Pesisir Timur Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Universitas Brawijaya.
- Umar, Z., Akib, W. A. A. W. M., & Ahmad, A. (2013). Monitoring shoreline change using Remote sensing and GIS: A case study of padang coastal area, Indonesia. 2013 IEEE 9th International Colloquium on Signal Processing and Its Applications, 280–284.
- Widiawaty, M. A., Nandi, N., & Murtianto, H. (2021). Dampak Fisik dan Sosial Perubahan Garis Pantai di Kecamatan Gebang, Kabupaten Cirebon. *Seminar Nasional Geomatika*, 4, 667–678.
- Yulianto, F., Suwarsono, S., Maulana, T., & Khomarudin, M. R. (2019). The dynamics of shoreline change analysis based on the integration of remote sensing and geographic information system (GIS) techniques in Pekalongan coastal area, Central Java, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 6(3), 1789.